

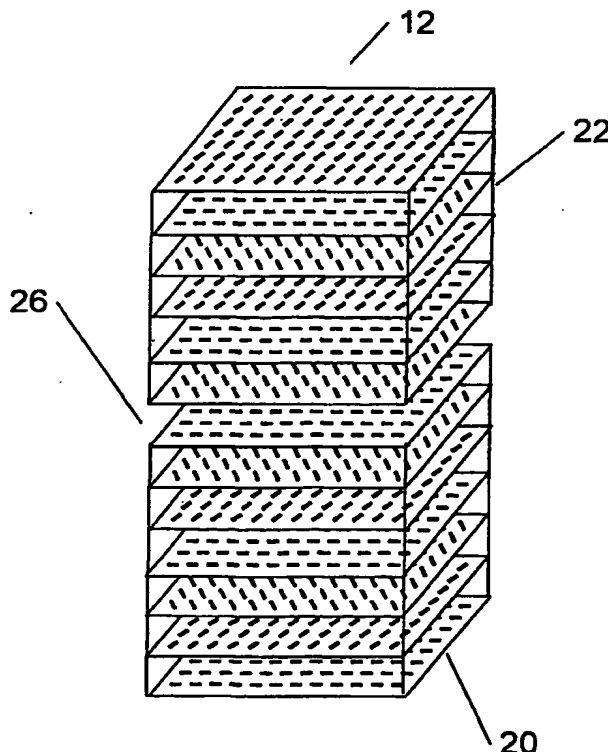
**PCT**WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION  
International Bureau

## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

|  |  |           |   |
|--|--|-----------|---|
| <b>(51) International Patent Classification <sup>7</sup> :</b><br><b>G01J 3/28, G02B 1/08, 5/20, 5/30, G02F 1/01, H01S 3/10, 3/14</b>  |  | <b>A1</b> | <b>(11) International Publication Number:</b> <b>WO 00/46578</b><br><b>(43) International Publication Date:</b> 10 August 2000 (10.08.00)   |
| <b>(21) International Application Number:</b> PCT/US00/02984<br><b>(22) International Filing Date:</b> 4 February 2000 (04.02.00)<br><br><b>(30) Priority Data:</b><br>60/118,694 4 February 1999 (04.02.99) US<br>60/118,693 4 February 1999 (04.02.99) US<br><br><b>(71) Applicant:</b> CHIRAL PHOTONICS, INC. [US/US]; Suite J106, 208 East Broadway, New York, NY 10002 (US).<br><br><b>(72) Inventors:</b> KOPP, Victor, Il'ich; 36-19 Bowne Street, #5F, Flushing, NY 11354 (US). GENACK, Azriel, Zelig; 66 West 94th Street, #5E, New York, NY 10025 (US).<br><br><b>(74) Agent:</b> ETKIN, Edward; 4804 Bedford Avenue, Suite 3C, Brooklyn, NY 11235 (US). |  |           | <b>(81) Designated States:</b> AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, DM, EE, GE, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LT, LV, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, UZ, VN, ZA, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).<br><br><b>Published</b><br><i>With international search report.</i> |

**(54) Title:** CHIRAL TWIST LASER AND FILTER APPARATUS AND METHOD**(57) Abstract**

A defect causing a localized state is induced in a chiral structure (12) composed of multiple chiral elements (20, 22) by twisting one element of the chiral structure with respect to the other elements along a common longitudinal axis such that directors of the element molecular layers that are in contact with one another at contact area (26) are disposed at a particular "twist" angle therebetween, the twist angle being greater than a shift angle between directors of consecutive layers. The chiral twist structure may be utilized in a variety of applications such as filters, lasers and detectors. The defect caused by the twist may be made tunable by providing a tuning device for rotating one or more of the chiral elements with respect to one another to vary the twist angle and thus vary the position of the induced defect within a photonic stop band. Tunable defects may be advantageously utilized to construct tunable wavelength chiral filters, detectors and lasers.



2/6

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-536827

(P2002-536827A)

(43) 公表日 平成14年10月29日 (2002. 10. 29)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テーマコード* (参考)        |
|---------------------------|-------|---------------|---------------------|
| H 0 1 S 3/08              |       | H 0 1 S 3/08  | 2 H 0 4 9           |
| G 0 2 B 5/30              |       | G 0 2 B 5/30  | 2 H 0 8 8           |
| H 0 1 L 31/0232           |       | H 0 1 S 3/10  | Z 5 F 0 7 2         |
| H 0 1 S 3/10              |       | G 0 2 F 1/13  | 5 0 5 5 F 0 8 8     |
| // G 0 2 F 1/13           | 5 0 5 | H 0 1 L 31/02 | D                   |
|                           |       | 審査請求 未請求      | 予備審査請求 未請求 (全 49 頁) |

(21) 出願番号 特願2000-597611(P2000-597611)  
(86) (22) 出願日 平成12年2月4日 (2000. 2. 4)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年10月4日 (2000. 10. 4)  
(86) 国際出願番号 P C T / U S 0 0 / 0 2 9 8 4  
(87) 国際公開番号 W O 0 0 / 4 6 5 7 8  
(87) 国際公開日 平成12年8月10日 (2000. 8. 10)  
(31) 優先権主張番号 6 0 / 1 1 8 , 6 9 4  
(32) 優先日 平成11年2月4日 (1999. 2. 4)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)  
(31) 優先権主張番号 6 0 / 1 1 8 , 6 9 3  
(32) 優先日 平成11年2月4日 (1999. 2. 4)  
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

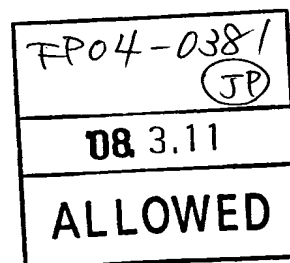
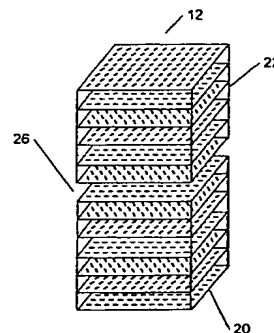
(71) 出願人 カイラル・フオトニクス・インコーポレー  
テッド  
アメリカ合衆国ニューヨーク州10002ニ  
ューヨーク・イーストブロードウェイ208・  
スイートジエイ106  
(72) 発明者 コツブ, ピクチャー・イリチ  
アメリカ合衆国ニューヨーク州11354フラ  
ツシング・ナンバー5エフ・パウンストリ  
ート36-19  
(74) 代理人 弁理士 小田島 平吉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 キラルツイスト型のレーザー及びフィルター用装置と方法

(57) 【要約】

局在化状態を引き起こす欠陥が多数キラル素子 (20, 22) で構成されるキラル構造体 (12) で誘起されるが、それは接触範囲 (26) で相互に接触する素子分子層のダイレクタがそれら間の特定の”ツイスト”角で配置され、そのツイスト角が連続層のダイレクタ間でシフト角より大きいように該キラル構造体の1つの素子が相手の素子に対し共通縦軸線に沿ってツイストされることによる。該キラルツイスト構造体はフィルター、レーザー及び検出器の様な種々の応用で使用される。ツイストにより引き起こされる欠陥はツイスト角を変え、かくして光子停止帯域内に誘起された欠陥の位置を変えるために1つ以上のキラル素子を相互に対し回転させるための同調装置を提供することにより同調可能になる。同調可能な欠陥は同調可能な波長のキラルフィルター、検出器及びレーザーを作るために有利に利用出来る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 キラル構造体に於いて、

第1の複数の分子層を備える第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1ダイレクタの各対はそれら間のシフト角を有しており、そして第1の接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該構造体は又、

第2の複数の分子層を備える第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれら間のシフト角を有しており、そして第2の接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、前記第1及び第2のキラル素子は、

- a) 前記第1の接触層が前記第2の接触層と実質的に接触しており、
- b) 前記第1と前記第2のキラル素子は前記第1と第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りで相互に対しツイスト角でツイストされており、前記ツイストは該キラル構造体内に欠陥を引き起こし、前記欠陥は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で該キラル構造体の光子の停止帯域内に局在化光子状態を誘起するように順次相互に対し位置付けされていることを特徴とするキラル構造体。

【請求項2】 請求項1のキラル構造体が更に、

前記光子の停止帯域内で前記誘起された欠陥の位置を変えるように前記ツイスト角を選択的に変えるため前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調手段を具備することを特徴とするキラル構造体。

【請求項3】 請求項1のキラル構造体が更に、

前記光子の停止帯域内で前記誘起された欠陥の位置を変えるように前記ツイスト角を選択的に変えるために操作可能な前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調装置を具備することを特徴とするキラル構造体。

【請求項4】 請求項1のキラル構造体に於いて、前記第1及び第2キラル素子は各々予め決められた長さとして決められた横断方向寸法であり、前記決められた横断方向寸法は前記決められた長さより実質的に短いことを特徴とするキラル構造体。

【請求項5】 請求項1のキラル構造体に於いて、前記ツイスト角は、前記局在化状態が前記光子の停止帯域内で実質的に中央にあるように、約90度プラス前記シフト角であることを特徴とするキラル構造体。

【請求項6】 電磁放射をフィルターするためのキラルフィルターに於いて

第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該キラルフィルターは又、

第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、前記第1及び第2キラル素子は、(a)前記第1接触層が前記第2接触層と実質的に接触し、(b)前記第1及び第2キラル素子が前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りで相互に対しツイスト角でツイストされる、ように相互に対し順次位置付けされており、前記ツイストは該キラル構造体内で欠陥を引き起こし、そして該フィルターは更に、

前記第1及び第2キラル素子を通るよう偏光を向けるための外部光源を具備しており、

前記偏光が第1偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にある時は、該キラルフィルターは、前記欠陥により誘起された局在化光子の状態での波長を除いてその光子停止帯域内の前記偏光の全ての波長を反射し、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

前記偏光が第2偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に上にある時は、該キラルフィルターは、反射された前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長を除いて前記偏光の全ての波長を透過さ

せ、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とするキラルフィルター。

【請求項7】 請求項6のキラルフィルターが更に、

前記誘起される欠陥の波長を変えるように前記ツイスト角を選択的に変えることにより該キラルフィルターの動作波長を変えるため、前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調手段を具備することを特徴とするキラルフィルター。

【請求項8】 請求項6のキラルフィルターに於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は予め決められた複屈折値を有し、該予め決められたしきい値は前記複屈折値に比例することを特徴とするキラルフィルター。

【請求項9】 請求項8のキラルフィルターに於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11及び13マイクロメートルの間にあることを特徴とするキラルフィルター。

【請求項10】 請求項6のキラルフィルターの、前記第1及び第2キラル素子は右まわり構造体であり、前記第1の偏光方向は右まわり円偏光であり、前記第2の偏光方向は左まわり円偏光であることを特徴とするキラルフィルター。

【請求項11】 請求項6のキラルフィルターの於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は左まわり構造体であり、前記第1の偏光方向は左まわり円偏光であり前記第2の偏光方向は右まわり円偏光であることを特徴とするキラルフィルター。

【請求項12】 請求項6のキラルフィルターに於いて、前記ツイスト角は約90度プラス前記シフト角であることを特徴とするキラルフィルター。

【請求項13】 電磁放射を検出するためのキラル検出器に於いて、

第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有し、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間のシフト角を有し、第1接触層は第1接触ダイレクタを有しており、該検出器は又、

第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2

のダイレクタを有し、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有し、第2接触層は第2接触ダイレクタを有しており、前記第1及び第2キラル素子は（a）前記第1接触層が前記第2接触層と実質的に接触しており、（b）前記第1及び前記第2キラル素子が前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りで相互に對しツイスト角でツイストされるように、順次相互に對し位置付けされており、前記ツイストは該キラル構造体内の欠陥を引き起こしており、該検出器は又

検出された光を検出された光の波長を示す電流に変換するために、前記第1及び第2接触層の間に配置された検出手段と、

前記電流を測定するために前記検出手段に接続された検出器手段と、そして  
前記第1及び第2キラル素子を通るよう光を向けるための外部光源とを具備しており、

前記光が第1の偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下である時は、該キラル検出器は前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長のみを検出し、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で中央にあり、そして

前記光が第2の偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に上にある時は、該キラル検出器は反射された前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長を除いた前記光の全ての波長を検出し、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で中央にあることを特徴とする電磁放射を検出するためのキラル検出器。

【請求項14】 請求項13のキラル検出器が更に、

前記誘起される欠陥が中央にある波長を変えるために前記ツイスト角を選択的に変えることにより該キラル検出器の動作波長を同調させるために、前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調手段を具備することを特徴とするキラル検出器。

【請求項15】 請求項13のキラル検出器に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は予め決められた複屈折値を有し、前記予め決められたしきい値は前記複屈折値に比例することを特徴とするキラル検出器。

【請求項16】 請求項15のキラル検出器に於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11及び13マイクロメートルの間にあることを特徴とするキラル検出器。

【請求項17】 請求項13のキラル検出器の、前記第1及び第2キラル素子の各々は右まわり構造体であり、前記第1偏光の方向は右まわり円偏光であり、前記第2偏光の方向は左まわり円偏光であることを特徴とするキラル検出器。

【請求項18】 請求項13のキラル検出器の、前記第1及び第2キラル素子の各々は左まわり構造体であり、前記第1偏光の方向は左まわり円偏光であり、前記第2偏光の方向は右まわり円偏光であることを特徴とするキラル検出器。

【請求項19】 請求項13のキラル検出器に於いて、前記ツイスト角は約90度プラス前記シフト角であることを特徴とするキラル検出器。

【請求項20】 キラルレーザーに於いて、

第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有し、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間のシフト角を有し、第1接触層は第1接触ダイレクタを有しており、該レーザーは又、

第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のダイレクタを有し、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間のシフト角を有し、第2接触層は第2接触ダイレクタを有しており、該レーザーは更に、

前記第1接触層と前記第2接触層との間に配置された励起可能な発光素子を具備しており、前記第1及び第2キラル素子は、前記第1及び前記第2キラル素子が前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りで相互に対しツイスト角でツイストされるように、相互に対し順次位置付けされており、前記ツイストは該キラルレーザー内の欠陥を引き起こし、前記欠陥は前記ツイストの大きさに比例する波長で該キラル構造体の光子停止帯域内に局在化光子状態を誘起し、そして該レーザーはなお更に

前記発光素子に電磁放射を発射させるために、前記発光素子に印加される励起手段を具備しており、

前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下である時は、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の位置に対応するレージング波長で実質的に右まわり円偏光化されたレージングが起こり、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で中央にあり、

前記予め決められた長さが前記予め決められたしきい値に実質的に等しい時は、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的にノーマルに偏光化されたレージングが起こり、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で中央にあり、そして

前記予め決められた長さが前記予め決められたしきい値より実質的に大きい時は、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応したレージング波長で実質的に左まわり円偏光化されたレージングが起こり、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例する波長で中央にあることを特徴とするキラルレーザー。

【請求項21】 請求項20のキラルレーザーが更に、

前記誘起され局在化された状態が中央にある波長を変えるために前記ツイスト角を選択的に変えることにより該キラルフィルターの前記レージング波長を同調させるために、前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調手段を具備することを特徴とするキラルレーザー。

【請求項22】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は予め決められた複屈折値を有し、前記予め決められたしきい値は前記複屈折値に比例していることを特徴とするキラルレーザー。

【請求項23】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11及び13マイクロメートルの間にあることを特徴とするキラルレーザー。

【請求項24】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記ツイスト角は約90度プラス前記シフト角であることを特徴とするキラルレーザー。

【請求項25】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記発光素子が、それへの電磁波の印加時に電磁放射を発射するよう適合された材料で構成されており、前記励起手段が電磁放射を発射するよう前記中間発光層を励起するために



前記電磁波を前記積層された構造体に印加するよう構成された電磁波源を含むことを特徴とするキラルレーザー。

【請求項26】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記電磁波源はレーザー、フラッシュランプ、焦点合わせされた太陽光、発光ダイオード、及び前記発光素子内に埋め込まれ電氣的にポンプ作用を受けるエレクトロルミネセント材料の1つであることを特徴とするキラルレーザー。

【請求項27】 請求項20のキラルレーザーに於いて、前記発光素子は希土類でドーブされた材料、キレート化された希土類でドーブされた材料、半導体材料、有機発光材料、共役ポリマー、色素ドーブされた材料、及び色中心を含む材料の1つを含むことを特徴とするキラルレーザー。

【請求項28】 キラルレーザーに於いて

第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該キラルレーザーは又、

第2の複数の分子層を備える前記予め決められた長さの第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、前記第1及び第2キラル素子は、アクチブで励起可能な発光材料でドーブされ、

(a) 前記第1接触層が前記第2接触層と実質的に接触し、(b) 前記第1及び第2キラル素子が前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に対しツイスト角でツイストされる、ように相互に対し順次位置付けされており、前記ツイストは該キラルレーザー内で欠陥を引き起こしており、そして該キラルレーザーは更に、

その中にドーブされた前記発光材料に電磁放射を発射させるために、前記第1及び第2キラル素子に印加される、励起手段を具備しており、

前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にある時は、

前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の位置に対応するレージング波長で実質的に右まわり円偏光化されたレージングが起こり、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、

前記予め決められた長さが前記予め決められたしきい値に実質的に等しい時は、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的にノーマルの偏光化されたレージングが起こり、前記光子状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

前記予め決められた長さが前記予め決められたしきい値より実質的大きい時は、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的に左まわり円偏光化されたレージングが起こり、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とするキレルレーザー。

【請求項29】 請求項28のキレルレーザーに於いて、前記発光材料がそれへの電磁波の印加時電磁放射を発射するよう適合されており、前記励起手段が、電磁放射を発射させるために前記中間発光層を励起するべく前記電磁波を前記積層された構造体に印加するよう構成された電磁波源を含むことを特徴とするキレルレーザー。

【請求項30】 請求項28のキレルレーザーに於いて、前記電磁波源は、レーザー、フラッシュランプ、焦点合わせされた太陽光、発光ダイオード、及び前記発光素子内に埋め込まれ電氣的にポンプ作用されるエレクトロルミネセント材料の1つであることを特徴とするキレルレーザー。

【請求項31】 請求項28のキレルレーザーに於いて、前記発光材料が、希土類材料、キレート化された希土類材料、半導体材料、有機発光材料、共役ポリマー、色素ドーブされた材料、及び色中心を含む材料の1つを含むことを特徴とするキレルレーザー。

【請求項32】 請求項1のキラル構造体に於いて、前記第2キラル素子は第3の接触ダイレクタを有する第3の接触層を備えており、前記第3の接触層は前記第2のキラル素子の前記第2の接触層と相対しており、該キラル構造体は更に、

第3の複数の分子層を備える第3のキラル素子を具備しており、前記第3の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第3のダイレクタを有しており、前記複数の第3のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、そして第4の接触層は第4の接触ダイレクタを有しており、前記第2及び第3キラル素子は

a) 前記第3接触層が前記第4接触層と実質的に接触しており、

b) 前記第2及び前記第3キラル素子は前記第1、第2、及び第3の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に對し第2のツイスト角でツイストされ、該キラル構造体内の第2の欠陥を引き起こす第2のツイストを形成するように相互に對し順次位置付けされ、前記第2の欠陥は、前記第2のツイスト角の大きさに比例する第2の波長で該キラル構造体の光子の停止帯域内に第2の局在化光子状態を誘起することを特徴とするキラル構造体。

【請求項33】 請求項32のキラル構造体に於いて、前記第1及び前記第2ツイスト角が異なることを特徴とするキラル構造体。

【請求項34】 請求項32のキラル構造体が更に、

前記光子の停止帯域内の前記第1の誘起された欠陥の第1の位置と、前記光子停止帯域内の前記第2の誘起された欠陥の第2の位置との少なくとも1つを変えるために前記第1及び前記第2ツイスト角の少なくとも1つを選択的に変えるよう操作可能な前記第1、第2、及び第3キラル素子の少なくとも1つに接続された同調装置を具備することを特徴とするキラル構造体。

【請求項35】 請求項32のキラル構造体が更に、

前記第1接触層と前記第2接触層の間に配置されて第1の励起可能な発光素子と、

前記第3接触層と前記第4接触層の間に配置された第2の励起可能な発光素子と、そして

前記第1及び前記第2の波長の少なくとも1つでレージングを引き起こすようにその中の前記発光素子に電磁放射を発射させるため、前記第1及び第2発光素子の少なくとも1つに選択的に印加される励起手段とを具備することを特徴とするキラル構造体。

【請求項36】 キラル構造体に於いて、

第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該キラル構造体は又、

第2の複数の分子層を備える前記予め決められた長さの第2のキラル素子を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、該キラル構造体は更に、

前記第1の接触層と前記第2の接触層の間に配置された物理的欠陥を具備しており、前記第1及び第2キラル素子は、前記第1及び前記第2のキラル素子が前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に対しツイスト角でツイストされる、ように相互に対し順次位置付けされており、前記ツイストは該キラル構造体内でツイスト欠陥を引き起こしており、前記物理的及びツイスト欠陥は前記ツイスト角の大きさと前記物理的欠陥の厚さとに比例した波長で該キラル構造体の光子停止帯域内に局在化光子状態を誘起することを特徴とするキラル構造体。

【請求項37】 請求項36のキラル構造体に於いて、前記物理的欠陥はスペーシングと異物材料の1つを含むことを特徴とするキラル構造体。

【請求項38】 請求項36のキラル構造体が更に、

前記光子停止帯域内の前記誘起されたツイスト欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変えるよう前記第1及び第2キラル素子の少なくとも1つに接続された同調手段を含むことを特徴とするキラル構造体。

【請求項39】 請求項36のキラル構造体に於いて、前記第1及び第2キラル素子は各々予め決められた長さとして予め決められた横断方向寸法を有し、前記予め決められた横断方向寸法は前記予め決められた長さより実質的に短いことを特徴とするキラル構造体。

【請求項40】 キラル構造体内の欠陥を発生するための方法に於いて、

(a) 第1の複数の分子層を備える第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第1のディレクタを有しており、前記複数の第1のディレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ディレクタを有しており、該方法は又、

(b) 第2の複数の分子層を備える第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを略表す特有の第2のディレクタを有しており、前記複数の第2のディレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ディレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 前記第1の接触層が前記第2の接触層と実質的に接触するように前記第1及び第2キラル素子を相互に対し順次位置付ける過程と、そして

(d) 前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに前記第1及び前記第2キラル素子を相互に対しツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記ツイストが前記第1及び第2キラル素子により形成されたキラル構造体内に欠陥を引き起こし、前記欠陥は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で該キラル構造体の光子停止帯域内に局在化光子状態を誘起することを特徴とするキラル構造体内に欠陥を発生する方法。

【請求項41】 請求項40の方法に於いて、前記過程(d)が更に、

(e) 前記光子停止帯域内で前記誘起される欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変える過程を備えることを特徴とする方法。

【請求項42】 請求項40の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子は各々予め決められた長さとして決められた横断方向寸法を有し、前記決められた横断方向寸法は前記決められた長さより実質的に短いことを特徴とする方法。

【請求項43】 請求項40の方法に於いて、前記局在化された状態が前記光子停止帯域内で実質的に中央にあるように前記ツイスト角を約90度プラス前記シフト角とすることを特徴とする方法。

【請求項44】 電磁放射をフィルターするためにキラルフィルターを使用する方法に於いて、

(a) 第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該方法は又、

第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 前記第1接触層が前記第2接触層と実質的に接触するように前記第1及び第2キラル素子を相互に対し順次位置付ける過程と、

(d) 前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに前記第1及び第2キラル素子を相互に対しツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記ツイストは前記第1及び第2キラル素子により形成されたキラル構造体内に欠陥を引き起こしており、該方法はなお更に、

(e) 前記第1及び第2キラル素子を通るよう外部光源から偏光を向ける過程を具備しており、

(f) 前記偏光が第1の偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にあり、前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長を除いてその光子の停止帯域内の前記偏光の全ての波長を反射する時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(g) 前記偏光が第2の偏光方向であり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に上にあり、反射された前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長を除いて前記偏光の全ての波長を透過させる時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とする

電磁放射をフィルターするためにキラルフィルターを使用するための方法。

【請求項45】 請求項44の方法に於いて、前記過程(d)が更に、

(h) 前記光子停止帯域内に誘起される前記欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変える過程を備えることを特徴とする方法。

【請求項46】 請求項44の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は予め決められた複屈折値を有し、前記予め決められたしきい値は前記複屈折値に比例することを特徴とする方法。

【請求項47】 請求項44の方法に於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11及び13マイクロメートルの間にあることを特徴とする方法。

【請求項48】 請求項44の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は右まわり構造体であり、前記第1の偏光方向は右まわり円偏光であり前記第2偏光方向は左まわり円偏光であることを特徴とする方法。

【請求項49】 請求項44の方法の前記第1及び第2キラル素子の各々は左まわり構造体であり、前記第1偏光方向は左まわり円偏光であり前記第2偏光方向は左まわり円偏光であることを特徴とする方法。

【請求項50】 請求項44の方法に於いて、前記ツイスト角は概略90度プラス前記シフト角であることを特徴とする方法。

【請求項51】 電磁放射を検出するためにキラル検出器を使用する方法に於いて、

(a) 第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該方法は又、

(b) 第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触デ

イレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 検出された光を検出された光の波長を示す電流に変換するために、前記第1及び前記第2接触層間に配置された、検出素子を提供する過程と、

(d) 前記検出素子に接続された検出器を使用して前記電流を測定する過程と

(e) 前記第1及び第2キラル素子を前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に對しツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記ツイストは前記第1及び第2キラル素子により形成されたキラル構造体内に欠陥を引き起こしており、該方法はなお更に

(f) 外部光源から光を前記第1及び前記第2キラル素子を通るよう向ける過程を具備しており、

(g) 前記光が第1の偏光方向にあり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にあり、前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長のみを、前記検出素子により検出する時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(h) 前記光が第2の偏光方向にあり、前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に上にあり、反射され前記欠陥により誘起された局在化光子状態での波長を除いて前記光の全ての波長を、前記検出素子により、検出する時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とする電磁放射を検出するためにキラル検出器を使用する方法。

【請求項52】 請求項51の方法に於いて、前記過程(c)が更に、

(i) 前記光子の停止帯域内の前記誘起された欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変える過程を備えることを特徴とする方法。

【請求項53】 請求項51の方法の於いて、前記第1及び前記第2キラル素子が予め決められた複屈折値を有し、前記予め決められたしきい値が前記複屈折値に比例していることを特徴とする方法。

【請求項54】 請求項51の方法に於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11及び13マイクロメートルの間にあることを特徴とする方法。



【請求項55】 請求項51の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は右まわり構造体であり、前記第1偏光方向は右まわり円偏光であり、前記第2偏光方向は左まわり円偏光であることを特徴とする方法。

【請求項56】 請求項51の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々は左まわり構造体であり、前記第1偏光方向は左まわり円偏光であり、前記第2偏光方向は右まわり円偏光であることを特徴とする方法。

【請求項57】 請求項51の方法に於いて、前記ツイスト角は約90度プラス3シフト角であることを特徴とする方法。

【請求項58】 キラル構造体を使用するレージングの方法に於いて、

(a) 第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該方法は又、

(b) 第2の複数の分子層を備える予め決められた長さの第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 前記第1の接触層と前記第2の接触層の間に励起可能な発光素子を提供する過程と、

(d) 前記第1及び第2キラル素子を前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に対しツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記ツイストは該キラルレーザー内の欠陥を引き起こし、前記欠陥は前記第1及び第2キラル素子により形成されたキラル構造体内の光子停止帯域内に前記ツイスト角の大きさに比例した波長で局在化光子状態を誘起しており、該方法はなお更に、

(e) 前記発光素子に電磁放射を発射させるために前記発光素子に励起作用を印加する過程を具備しており、

(f) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にあり、前記欠陥により誘起された前記局在化光子の状態の位置に対応するレージング波長で実質的に右まわり円偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(g) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値に実質的に等しく、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的にノーマルな偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(h) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値より実質的に大きく、前記欠陥により誘起された前記局在化光子の状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的に左まわり円偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とするキラル構造体を使用するレージングの方法。

【請求項59】 請求項58の方法に於いて、前記過程(d)が更に、

(i) 前記光子停止帯域内の前記誘起された欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変える過程を備えることを特徴とする方法。

【請求項60】 請求項58の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子の各々が予め決められた複屈折値を有し、前記予め決められたしきい値が前記複屈折値と比例することを特徴とする方法。

【請求項61】 請求項58の方法に於いて、前記予め決められた複屈折値は約0.06であり、前記予め決められたしきい値は概略11と13マイクロメートルの間にあることを特徴とする方法。

【請求項62】 請求項58の方法に於いて、前記ツイスト角は約90度プラス前記シフト角であることを特徴とする方法。

【請求項63】 キラル構造体を使用するレージングの方法に於いて、

(a) アクティブで励起可能な発光材料でドーブされ、第1の複数の分子層を備える予め決められた長さの第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第1のダイレクタを有しており、前記複数の第1のダイレクタの各対はそれらの間にシフ

ト角を有しており、第1接触層は第1の接触ダイレクタを有しており、該方法は又、

(b) アクチブで励起可能な発光材料でドーブされ、第2の複数の分子層を備える前記予め決められた長さの第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第2のダイレクタを有しており、前記複数の第2のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ダイレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 前記第1及び第2キラル素子を前記第1及び第2の複数の分子層に直角的な共通軸線の周りに相互に対しツイスト角でツイストする過程を具備しており、前記ツイストは該キラルレーザ一内の欠陥を引き起こし、前記欠陥は前記第1及び第2キラル素子により形成されたキラル構造体内の光子停止帯域内に前記ツイスト角の大きさに比例した波長で局在化光子状態を誘起しており、該方法はなお更に、

(d) その中にドーブされた前記発光材料に電磁放射を発射させるために前記第1及び第2キラル素子に励起作用を印加する過程を具備しており、

(e) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値の実質的に下にあり、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の位置に対応するレージング波長で実質的に右まわり円偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(f) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値に実質的に等しく、前記欠陥により誘起された前記局在化光子状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的にノーマルな偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあり、そして

(g) 前記予め決められた長さが予め決められたしきい値より実質的に大きく、前記欠陥により誘起された前記局在化光子の状態の前記位置に対応するレージング波長で実質的に左まわり円偏光でレージングする時は、前記光子の状態は前記ツイスト角の大きさに比例した波長で中央にあることを特徴とするキラル構造体を使用するレージングの方法。

【請求項64】 請求項40の方法に於いて、前記第2キラル素子が第3の接触ダイレクタを有する第3の接触層を備えており、前記第3の接触層は前記第2のキラル素子の前記第2の接触層に相対しており、該方法は更に、

(e) 第3の複数の分子層を有する第3のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第3の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第3のダイレクタを有しており、前記複数の第3のダイレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第4の接触層は第4の接触ダイレクタを有しており、該方法は又、

(f) 前記第2及び第3キラル素子を前記第3の接触層が前記第4の接触層と実質的に接触するように相互に對し順次位置付ける過程と、

(d) それにより第2の欠陥を引き起こす第2のツイストを形成するために、前記第2及び第3キラル素子を前記第1、第2、及び第3の複数の分子層に直角的な共通軸線の周りに相互に對し第2のツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記第2の欠陥は前記第2のツイスト角の大きさに比例した第2の波長で該キラル素子の光子停止帯域内に第2の局在化光子状態を誘起することを特徴とする方法。

【請求項65】 請求項64の方法に於いて、前記第1及び第2ツイスト角が異なることを特徴とする方法。

【請求項66】 請求項64の方法が更に、

(h) 前記光子停止帯域内の前記第1の誘起された欠陥の第1位置と前記光子停止帯域内の前記第2の誘起された欠陥の第2位置との少なくとも1つを変えるために前記第1及び前記第2ツイスト角の少なくとも1つを選択的に変える過程を具備することを特徴とする方法。

【請求項67】 請求項64の方法が更に、

(i) 前記第1の接触層と前記第2の接触層の間に配置された第1の励起可能な発光素子を提供する過程と、

(j) 前記第3の接触層と前記第4の接触層の間に配置された第2の励起可能な発光素子を提供する過程と、そして

(k) 前記第1及び前記第2波長の少なくとも1つでのレージングを引き起こ

するために前記発光素子に電磁放射を発射させるよう前記第1及び第2発光素子の少なくとも1つに励起作用を選択的に印加する過程とを具備することを特徴とする方法。

【請求項68】 キラル構造体内に欠陥を発生させる方法に於いて、

(a) 第1の複数の分子層を備える第1のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第1の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第1のディレクタを有しており、前記複数の第1のディレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第1接触層は第1の接触ディレクタを有しており、該方法は又、

(b) 第2の複数の分子層を備える第2のキラル素子を提供する過程を具備しており、前記第2の複数の層の各々は前記層内の分子の向きを一般的に表す特有の第2のディレクタを有しており、前記複数の第2のディレクタの各対はそれらの間にシフト角を有しており、第2接触層は第2の接触ディレクタを有しており、該方法は更に、

(c) 前記第1の接触層と前記第2の接触層の間に配置された物理的欠陥を導入する過程と、そして

(d) 前記第1及び第2キラル素子を前記第1及び第2の複数の分子層に直角な共通軸線の周りに相互に対しツイスト角でツイストする過程とを具備しており、前記ツイストは前記第1及び第2キラル素子により形成されるキラル構造体内にツイスト欠陥を引き起こし、前記物理的及びツイスト欠陥はキラル構造体内の光子停止帯域内に前記ツイスト角の大きさと前記物理的欠陥の厚さとに比例した波長で局在化光子状態を誘起することを特徴とするキラル構造体内に欠陥を発生させる方法。

【請求項69】 請求項68の方法に於いて、前記物理的欠陥はスペーシング及び異物材料の1つを含むことを特徴とする方法。

【請求項70】 請求項58の方法に於いて、前記過程(d)が更に、

(i) 前記光子停止帯域内の前記誘起されたツイスト欠陥の位置を変えるために前記ツイスト角を選択的に変える過程を具備することを特徴とする方法。

【請求項71】 請求項68の方法に於いて、前記第1及び第2キラル素子

は各々が予め決められた長さであり、予め決められた横断方向寸法を有し、前記  
予め決められた横断方向寸法は前記予め決められた長さより実質的に短いことを  
特徴とする方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【関連出願】

本出願は1999年2月4日に申請された“Chiral Twist Localization Laser and Detector”という表題の米国暫定特許出願第60/118,694号及び1999年2月4日に申請された“Vertical Cavity Liquid Crystal Laser”という表題の米国暫定特許出願第60/118,693号から優先権を請求する。

## 【0002】

## 【発明の分野】

本発明は一般的にキラル(chiral)構造に基づくレーザー、検出器及びフィルターに関し、さらに特定のにはフォトンバンドギャップ局在化状態を生ずる欠陥を有する複数のコレステリック液晶要素を用いているレーザー、フィルター及び検出器に関し、欠陥は1つのキラル構造を他に関してねじることにより起こる。

## 【0003】

## 【発明の背景】

半導体レーザーは近年多くの工業的及び商業的用途を見いだした。例えばレーザーは電気通信、CDプレーヤー、CD ROMデバイス及びDVDプレーヤーで用いられる光学的に読み取り可能な媒体ピックアップ、医学的画像形成ならびにビデオディスプレイにおいて用いられている。しかしながら以前から既知の半導体レーザーは複数の欠点を有している。例えばCDプレーヤーで用いられているもののような通常の半導体レーザーはチップのエッジから光を発し、従ってレーザーが正しく機能するか否かがわかる前にウェハーをチップに裂き、チップを包装する必要がある。LEDsのような他の型の光源はある種の用途に必要な性能を与えない。

## 【0004】

垂直キャビティー表面発光レーザー(Vertical Cavity Su

urface Emitted Lasers) (下記では「VCSELs」)は、多様な用途で十分に機能することができるさらに進んだ、より高い質のレーザーに対する要求に応えるために開発された。VCSELsは、LEDs及びエッジ発光レーザーの性能的利点をLED溶液(LED solutions)と同等の経費で結び付けている。VCSELsはLEDsのようにウェハー表面から垂直に光を発し、それはその加工及び試験が標準的I. C. s法及び装置と完全に同等であることを意味し、又、VCSELsのアレーが可能であることも意味する。さらにVCSELsはLEDsよりずっと速く、より有効であり、より小さい発散ビームを与える。

#### 【0005】

VCSELs構造は、通常の半導体レーザーを越える多数の性能的利点に導く。

#### 【0006】

- 1) 小さい寸法
- 2) 低い電力消費
- 3) 2次元的アレーの可能性。

#### 【0007】

通常のエッジ発光半導体レーザーと対照的に、表面発光VCSELsは、1次元対象ガウシアン接近場(1D symmetric Gaussian near-field)を有し、光学素子又は繊維への結合を非常に簡単にしている。さらに、VCSELs法は2次元的レーザーアレーの加工を可能にする。

#### 【0008】

しかしながら、VCSELsは複数の欠点に悩まされている。VCSELsの製造には複雑で高価な微小加工(microfabrication)が必要である。薄層半導体レーザーにおけるシングルパスゲイン(single-pass gain)は低いので、VCSELsには高度に反射性の誘電体スタックが導入され、それはブラッグレフレクターとしてレーザー中に組み込まれる。これらは、分子線エピタクシー(MBE)の方法を用いて成長する誘電材料の交互の



層から成る。これは隣接する層の原子格子構造の厳密な一致を保証する。それにより、種々の電子的特性を有する材料の交互に原子的に並んだ層が作られる。層の間の界面をデジタル的に類別し (digitally graded)、ドーピングして電気抵抗を下げなければならない。

#### 【0009】

層の数及び／又は交互の層の間の誘電的差 (dielectric difference) を増加させることにより、VCSELsの性能を向上させる多くの研究がなされた。しかしながらこの方法は、加工をより高価且つ困難にする。層の数には、これらの層における吸収により決定される限度もある。VCSELsを2次元的アレーにおいて製造することができるが、大面積に及んで均一な構造を達成すること、ならびに大面積のアレーを作ることは大きな困難があった。VCSELsのために典型的に用いられる材料は、広い周波数領域に及ぶ所望の低い吸収及び高いインデックスコントラスト (index contrast) を有していない。特に、1.5ミクロン近辺の通信バンド (communication band) において高い反射能を達成するのは困難である。

#### 【0010】

さらに、VCSELsの周波数を同調させる (tuned) ことはできず、それはその周期を変えられないからである。フォトンモードの密度は低インデックスコントラスト多層ブラッグレフレクターの使用により、認められる程には変わらず、通常のレーザーキャビティーにおけるゲインと比較してVCSEL系においてゲインを向上させることはできない。又、偏光を制御するために、外部の装置を用いなければならない。

#### 【0011】

ハイテク産業において通常用いられる他の装置には、選ばれた光の周波数を遮断するため、又は狭い領域内の周波数の非常に小さい群を除いてすべての周波数を遮断するためのEMフィルターが含まれる。そのようなフィルターは電気通信用途、例えばデジタルスイッチにおいて特に有用である。他の通常用いられるEM装置には、選ばれた波長における光を検出するための狭いEM検出器が含まれる。

## 【0012】

近年、コレステリック液晶のようなキラル材料が、VCSELsのような標準的半導体デバイスの共通の欠点に向き合うために、多様なレージング(lasing)、フィルタリング及び他の類似の用途において用いられてきた。例えばKopp et al. の同時係属共同譲渡米国特許出願“Chiral Laser Apparatus and Method”(S/N:09/468,148)は、発光材料層により形成される欠陥を有する層状キラル構造レーザーを開示している。その方法は以前から既知の方法より有利であるが、欠陥を生ずるために必要な正確な発光材料の厚さを有する層状構造を構築するのは困難であり得る(必要な厚さは媒体中における光の波長を4で割った数に等しくなければならない)。さらに重要なことには、欠陥により引き起こされる局在化状態の位置を容易に制御することができず、それは装置が製造されると発光材料の厚さを変えることができないからである。同様に、以前から既知のキラルフィルターは、あらかじめ限定された周波数でのみ機能する。

## 【0013】

かくしてキラル構造中に可変の欠陥を誘導するための装置及び方法を提供することが望ましい。同調可能なキラルEMフィルター及び方法を提供することも望ましい。同調可能な検出バンドを有するキラルEM検出器及び方法を提供することも望ましい。VCSELsと類似であるが、それより優れた有利な性質を有し、且つVCSELsの欠点のいずれも有していない同調可能なキラルレーザー装置及び方法を提供することはさらに望ましい。

## 【0014】

## 【発明の概略】

本発明は、中に限定された欠陥を有するキラル構造の使用に関する。本発明に従うと、キラル構造の1つの要素を共通の縦軸に沿って他の要素に関してねじり、互いに接触している要素の分子層のディレクター(directors)を、連続する層のディレクターの間のシフト角より大きい、その間の特定の「ツイスト」角で配置することにより、複数のキラル要素から成るキラル構造において、局在化状態を生ずる欠陥を誘導することができる。

## 【0015】

キラルツイスト構造は、多様な用途で有利に用いられ得る。本発明の1つの実施態様では、特定の波長及び回転偏光において外部光源により発せられる光をフィルタリングするためのEMフィルターとしてキラルツイスト構造を用いることができる。同調装置を加え、キラルツイスト混合のツイスト角を変化させ、フィルターの作用波長及び波長領域を変えることができ本質的に容易に同調可能なEMフィルターを作ることができる。

## 【0016】

本発明の他の実施態様では、外部光源により発せられる光のある波長を検出するためのEM検出器としてキラルツイスト構造を用いることができる。EM検出器は、ツイストの位置に検知要素が置かれ、外部検出器装置に連結されていることを除いて、EMフィルターと類似して形成される。同調装置を加え、キラルツイスト構造のツイスト角を変え、フィルター及び検出器の作用波長を変化させることができ本質的に容易に同調可能なEMフィルター又は検出器を作ることができる。

## 【0017】

本発明のさらに別の実施態様では、キラル構造はレーザーとして形成され、発光層を励起してあらかじめ限定された波長でレージングを与える (produce lasing) 励起源に連結されたゲイン生産 (gain producing) 発光材料層を含む。同調装置を加え、キラルツイスト構造のツイスト角を変え、検出器の作用波長及び波長領域を変化させることができ本質的に容易に同調可能なキラルレーザーを作ることができる。キラルレーザーの実施態様の変形において、分離された発光材料層の代わりに、キラル要素に励起可能な発光材料をドーピングすることができる。

## 【0018】

本発明に従うと、2つより多いキラル要素を用い、1つより多い同調可能な波長もしくは波長領域で同時に作用することができるフィルター、検出器又はレーザーを形成することができる。キラルツイスト構造をその高さより小さい横の寸法を有するポスト形状で配置することもできる。

## 【0019】

本発明の他の目的及び特徴は、添付の図面と結び付けて考えられる以下の詳細な記載から明らかになるであろう。しかしながら、図面は例示の目的のみで設計され、本発明の限界の定義として設計されてはならず、本発明の限界に関しては添付の特許請求の範囲を参照するべきであることが理解されねばならない。

## 【0020】

## 【好ましい実施態様の詳細な記載】

単に例としてコレステリック液晶材料に言及して本発明を記載する一本発明の精神から逸脱することなく、コレステリック液晶に類似の性質を有するいずれのキラル材料を用いても、本発明の装置及び方法を利用できることが理解されるべきである。さらに、多様な活性もしくは発光材料を本発明と関連して記載する。他にことわらない限り、フォトンを発するいずれの電氣的に、又は光学的に励起可能な材料も、本発明の精神から逸脱することなく、設計の選択の問題として使用できることが理解されるべきである。

## 【0021】

より詳細に本発明を記載する前に、誘電レーズング及びフィルタリングの技術分野で用いられる通常用語の定義を与えるのは、役立つであろう。「キラル」材料は分子レベルで対象でない—すなわちキラル材料の分子はその鏡像と同一ではない。コレステリック材料、例えばコレステリック液晶（下記では「CLCs」）は複数の分子層を有し、異なる層中の分子は平均して他の層中の分子に対してわずかな角度で配向している。かくして「ディレクター」として既知の分子の平均方向がコレステリック材料全体でらせん状に回転する。本発明を記載する目的で、連続する層のディレクターの間の角度を「シフト角」と呼ぶ。コレステリック材料のピッチは、ディレクターが完全に360度回転する材料の厚さとして定義される。コレステリック構造は「片手きき」と呼ばれる性質も有する—それは層から層への分子の回転の方向に依存して右手きき又は左手ききであり得る。コレステリック構造の片手ききは、構造を通過する光の回転偏光及び振幅を決定する。

## 【0022】

CLCsは、その周期的構造の結果である特定の反射バンド（下記では「フォトンストップバンド」と呼ぶ）—反射の故に構造を介する光の透過がない波長の領域—を有する。フォトンストップバンドギャップのエッジに1系列の狭いフォトン状態（もしくはモード）があり、そのピークにおいて光の透過は1（ユニティ, unity）に達する。これらの状態のスペクトル幅はCLC媒体内におけるフォトンに関する滞留時間の逆数に比例する。スペクトル的に狭い状態におけるフォトンの長い滞留時間は、活性化された材料中のこれらのモードの周波数におけるレージングを助長し、それは発せられるフォトンがCLC媒体から出る前に発光を刺激する機会をより多く与えられるからである。フォトンの寿命はフォトンストップバンドエッジに最も近い状態の場合に最も長く、エッジからの状態の数と共に急速に減少するので、第1の状態に対応するか、又はフォトンストップバンドエッジに最も近いいくつかの状態に対応する波長でレージングが起こる。これは共同譲渡されたA. Z. Genack et al. の“Stop Band Laser”の特許出願（S/N 09/302, 630、1999年4月30日申請）により記載されており、それは一般に均一なCLC構造では、フォトン状態のより高い密度及び対応してその中におけるより長い滞留時間のために、フォトンストップバンドのエッジでレージングが有利に起こることを開示している。

#### 【0023】

空間又は追加の異種物質の層のような欠陥をCLC構造中に導入すると、追加の局在化フォトン状態又は複数のフォトン状態をフォトンストップバンド中に導入することができる。最大効率レージングは局在化状態の周波数で起こる。フォトンストップバンドの中心におけるそのような局在化状態の例を図9のグラフに示す。

#### 【0024】

本発明に従うと、キラル構造の1つの要素を共通の縦軸に沿って他の要素に関してねじり、互いに接触している要素の分子層のディレクターを、シフト角より大きい、その間の特定の「ツイスト」角で配置することにより、複数のキラル要素から成るキラル構造において、局在化状態を生ずる欠陥を誘導することができ

る。

#### 【0025】

最初に図1Aを参照すると、2つのキラル要素20及び22を有する先行技術のキラル構造10が示されている。各要素20、22において複数の分子層が示されており、各層のディレクターはあらかじめ決められたシフト角で層から層にシフトしている。構造10のフォトンストップバンドにおいて局在化状態を作るために（図9に示す通り）、空間もしくは異種物質のような欠陥を領域24において導入することが必要である。これは、そのような構造の製造をいくらか困難にし、欠陥一かくして典型的な欠陥により誘導される局在化状態の性質を変えることを不可能にし、構造10が形成されると変更できない。

#### 【0026】

図1Bに言及すると、本発明のキラル構造12が示されている。構造12において欠陥を作るために、そしてかくして所望の局在化状態をフォトンストップバンドにおいて誘導するために、キラル要素22をキラル要素10に関して、位置26において90°の角度でねじる。キラル要素20、22は、キラル要素20から要素22への分子配向における変化を示すために、互いに離して示されている。実際には、キラル要素20及び22は互いに接触している。

#### 【0027】

ここで図2Aを参照すると、キラル構造14がポスト形状で示されており、構造14の横の寸法はその高さより小さい。キラル構造14は、その接触層においてディレクターAを有するキラル要素20及びその接触面においてディレクターBを有するキラル要素22を含んでいる。図2Bを参照すると、図2AのディレクターAとBの間でツイスト角Tが好適に限定されている。かくしてツイスト角Tは2つもしくはそれより多いキラル要素の接触面のディレクターの間の角度である。各キラル要素20、22中の各分子層のディレクターの間にシフト角（示していない）がすでに存在するので、ツイスト角Tは実際にはディレクターA及びBの間の所望の角度プラスシフト角に等しい。例えばシフト角が2°であり、ディレクターAとBの間の所望の角度が90°の場合、Tは88°に等しいであろう。しかしながら、簡単のために、ツイスト角Tをディレクターの間の所望の

角度を代表するものとして言う—シフト角は角度 $T$ に加えられていると仮定する。フォトンストップバンドにおいてツイスト—誘導局在化状態を中心に置くために、角度 $T$ は好ましくは約 $90^\circ$ に設定される。 $T$ を $90^\circ$ より小さい値に設定すると、局在化状態は相応して波長の減少する方にシフトし、 $T$ を $90^\circ$ より高くなるように設定すると、局在化状態は相応して波長の増加する方にシフトする。図1B及び2Aのキラル構造12、14は、フィルター、レーザー及び検出器のような多様な用途で有用である。そのような用途の種々の実施態様を図3～8に示す。

#### 【0028】

キラルツイストによってのみ作られる欠陥はそれだけで非常に有効であるが、いくつかのキラル構造においては物理的欠陥—例えばキラルレーザーにおける2つのキラル要素の間の発光材料—がさらに存在し得ることに注意するべきである。この場合、空間のような物理的欠陥と一緒にキラルツイストを有利に利用することができる。ツイストの不在下においてバンドギャップの中心に局在化状態を作るための物理的欠陥の最適の厚さは、キラル媒体中の光の波長を4で割った値である—これは $90^\circ$ の $T$ と同等である。フォトンバンドギャップにおいて局在化状態を中心に置くために（及びかくして効率を最大にするために）、ツイスト角 $T$ を、それが物理的欠陥を補足するように調整することができる。例えば物理的欠陥が波長を8で割った値の厚さを有する場合、局在化状態をフォトンストップギャップにおけるその最も有利な中心位置に保持するために、 $T$ を $45^\circ$ に設定しなければならない。

#### 【0029】

ここで図3を参照すると、EMフィルター30が示されている。フィルター30は偏光源32により発せられる光をフィルタリングする。偏光源32は偏光子に結合されたレーザー又は他の方向性（directed）電磁線源であることができる。フィルター30は、例えばコレステリック液晶（CLCs）であることができる2つのキラル要素34及び36を含み、それはその縦軸に沿って互いに関してねじれており、接触点37における各キラル要素34、36の接触面のディレクターが互いに関してツイスト角 $T$ にある（図2A及び2Bを参照された

い)。

#### 【0030】

フィルター30の特性の限定において、各キラル要素34、36の長さLは最も重要である。フィルター30の機能性は光源32からフィルター30に入る光の偏光方向及びキラル要素34、36の片手ききならびに要素の複屈折値にも依存する。

#### 【0031】

フィルター30の第1の実施態様において、光源32が右回転偏（「RCP」）光（right circularly polarized（“RCP”）light）をフィルター30に発し、キラル要素34、36が右手きき構造である場合、フィルター30は、ツイストから生ずる欠陥を原因とする局在化状態における非常に狭い波長の領域を除くある波長領域の通過光を反射するであろう—Lはあらかじめ決定された閾値X未満であると仮定する。閾値Xはキラル要素34、36の複屈折特性に依存する。例えば複屈折が0.06である場合、Xは約11～13ミクロンである。かくしてRCP光がフィルター30に入り、LがX未満であれば、フィルター30は局在化状態の波長 $\lambda_L$ における場合を除いてフォトンストップバンド内のすべての波長を反射する（図9を参照されたい）。

#### 【0032】

フィルター30の第2の実施態様において、光源32が左回転偏（「LCP」）光をフィルター30に発し、キラル要素34、36が右手きき構造である場合、フィルター30は、ツイストから生ずる欠陥を原因とする局在化状態における非常に狭い周波数の領域を除く、キラル要素34、36を通過するすべての周波数の光を透過させ、局在化状態における周波数の光は反射されるであろう—Lは閾値Xより大きいと仮定する。かくしてLCP光がフィルター30に入り、LがXより大きい場合、フィルター30は局在化状態の波長 $\lambda_L$ における狭い波長領域を除くすべての波長を透過させる（図10を参照されたい）。

#### 【0033】

あらかじめ限定されたツイスト角Tを有するキラル要素34、36を加工する



ことができ、その場合、フィルター30は、第1及び第2の実施態様の両方において、特定の限定された波長の光に関して機能する。別の場合、フィルター30はキラル要素34もしくは36の1つに連結された任意の同調装置38を含み、それに連結されたキラル要素を他方のキラル要素に関してねじり、かくしてツイスト角 $T$ を変えることができる。同調装置38は、1つのキラル要素の他方のキラル要素に関する正確な回転に適応させられた機械的もしくは電子的に作動する装置であることができる。同調装置38にツイスト角 $T$ を変えさせることにより、フィルター30を同調させ、作用波長 $8_L$ （フィルター30の第1の実施態様の）及びフィルター30の第2の実施態様の $8_R$ をシフトさせることができる。 $T$ が減少すると、波長 $8_L$ 及び $8_R$ の両方は同様に相応して減少し、その逆も同じである。フィルター30の最適性能のために、 $T$ は好ましくは $90^\circ$ に設定される。キラル要素34、36が左手きき構造の場合、フィルター30の第1及び第2の実施態様の機能性はフィルター30に入る偏光の方向に関して逆転することにも注意しなければならない—第1の実施態様はLCP光を用いて機能し、第2の実施態様はRCP光を用いて機能する。

#### 【0034】

ここで図4を参照すると、EM検出器40が示されている。検出器40は光源42により発せられる特定の波長の偏光を検出する。光源42はレーザー又は他の方向性電磁線源であることができる。検出器40は例えばコレステリック液晶（CLCs）であることができる2つのキラル要素44及び46を含み、それはその縦軸に沿って互いに関してねじれており、接触点47における各キラル要素44、46の接触面のディレクターが互いに関してツイスト角 $T$ にある（図2A及び2Bを参照されたい）。検出器40は、局在化状態の位置に対応する接触点47に置かれた検知要素48も含む。薄い半導体層であることができる検知要素48は、吸収された光子を電気エネルギーに変換する。局在化状態が存在する位置に検知要素48を置くことは、検出器40の感度を最大にする。検知要素48は、検知された電気エネルギーを処理し、かくして種々の波長における光を検知するための検出器52に連結されている。例えば検出器52は電流計又は電圧計であることができる。

## 【0035】

フィルター30と類似して、各キラル要素44、46の長さLは検出器40の特性の限定において最も重要である。検出器40の機能性は光源42から検出器40に入る光の偏光方向及びキラル要素44、46の片手ききならびに要素の複屈折値にも依存する。

## 【0036】

選ばれた波長におけるRCP光を検出するように形成されている検出器40の第1の実施態様において、光源42がRCP光を検出器40に発し、キラル要素44、46が右手きき構造である場合、検出器40は、ツイスト（及び／又は検知要素48の厚さ）から生ずる欠陥を原因とする局在化状態における非常に狭い波長の領域を除くある波長領域の通過光を無視し、局在化状態における波長を検知するであろう—Lはあらかじめ決定された閾値X未満であると仮定する。閾値Xはキラル要素44、46の複屈折特性に依存する。例えば複屈折が0.06である場合、Xは約11～13ミクロンである。かくしてRCP光が検出器40に入り、LがX未満であれば、検出器40は、局在化状態の波長 $\lambda_L$ における場合を除いて、フォトンストップバンド内のすべての波長を無視する（図9を参照されたい）。

## 【0037】

検出器30の第2の実施態様において、光源42が左回転偏（「LCP」）光を検出器40に発し、キラル要素44、46が右手きき構造である場合、検出器40は、ツイストから生ずる欠陥を原因とする局在化状態における非常に狭い周波数の領域を除く、キラル要素44、46を通過するすべての周波数の光を検出し、局在化状態における周波数の光は無視されるであろう—Lは閾値Xより大きいと仮定する。かくしてLCP光が検出器40に入り、LがXより大きい場合、検出器40は局在化状態の波長 $\lambda_R$ における狭い波長領域を除くすべての波長を無視する（図10を参照されたい）。

## 【0038】

あらかじめ限定されたツイスト角Tを有するキラル要素44、46を加工することができ、その場合、検出器40は、第1及び第2の実施態様の両方において

、特定の限定された波長の光に関して機能する。別の場合、検出器40はキラル要素44もしくは46の1つに連結された任意の同調装置50を含み、それに連結されたキラル要素を他方のキラル要素に関してねじり、かくしてツイスト角Tを変えることができる。同調装置50は、1つのキラル要素の他方のキラル要素に関する正確な回転に適応させられた機械的もしくは電子的に作動する装置であることができる。同調装置50にツイスト角Tを変えさせることにより、検出器40を同調させ、作用波長 $\lambda_L$ （検出器40の第1の実施態様の）及び検出器40の第2の実施態様の $\lambda_R$ をシフトさせることができる。Tが減少すると、波長 $\lambda_L$ 及び $\lambda_R$ の両方は同様に相応して減少し、その逆も同じである。検出器40の最適性能のために、Tは好ましくは $90^\circ$ に設定される。キラル要素44、46が左手きき構造の場合、検出器40の第1及び第2の実施態様の機能性は検出器40に入る偏光の方向に関して逆転することにも注意しなければならない—第1の実施態様はLCP光を用いて機能し、第2の実施態様はRCP光を用いて機能する。

#### 【0039】

0.2%の吸収を有する通常の既知の検知要素48をツイストの位置に置くと、局在化欠陥状態における入射光からの吸収エネルギーの量が約40%であるために、感度がほとんど200倍増加するので、キラル検出器40は特に有利である。

#### 【0040】

ここで図5を参照すると、キラルツイストレーザーの第1の実施態様60が示されている。キラルツイストレーザー60は、例えばコレステリック液晶（CLCs）であることができる2つのキラル要素62及び64を含み、それはその縦軸に沿って互いに関してねじれており、接触点67における各キラル要素62、64の接触面のディレクターが互いに関してツイスト角Tにある（図2A及び2Bを参照されたい）。キラルツイストレーザー60はゲインを生むための活性発光材料層66、例えば発光ダイオード（例えばGaAsダイオード）も、接触点67に置いて含む。発光材料66は：希土がドーピングされた材料、キレート化された希土がドーピングされた材料、半導体材料、有機発光材料、共役ポリマー

、色素がドーピングされた材料、色中心を含有する材料、レーザー色素又は活性材料中で電子空孔の再結合が起こるいずれかの媒体を含むことができるが、これらに限られるわけではない。EM源70は発光材料66を励起し、あらかじめ限定されたある波長において発光させる。EM源70は、発光材料66が電氣的に励起可能である場合、発光材料66に電圧を適用するための電子ポンプであることができ、あるいは又、発光材料66が光学的に励起可能である場合、EM源70は発光材料66に光を適用するための光学的ポンプであることができる。

#### 【0041】

いずれの場合も、EM源70による発光材料66の励起は電磁線を発せしめ、それは誘導放出を介してあらかじめ限定されたレーザ波長における偏光レーザ（polarized lasing）を引き起こす。発光材料66は厚さDを有する。前に説明した通り、厚さDがある値を越えると、発光材料66自身が局在化状態を生ずる物理的欠陥として機能することができる。この場合、キラル要素62、64の間のツイスト角Tは、局在化状態をその最適の位置に保持するために調整されねばならない。かくして例えばDが媒体内の波長を8で割った値に等しい場合、Tを約45°に設定しなければならない。

#### 【0042】

各キラル要素62、64の長さLは、キラルツイストレーザ60の特性の限定において最も重要である。キラルツイストレーザ60の機能性は、キラル要素62、64の片手ききならびに要素62、64の複屈折値にも依存する。

#### 【0043】

選ばれたレーザ波長においてRCPLレーザを与えるように形成されているキラルツイストレーザ60の第1の実施態様において、発光材料66がEM源70により励起され、キラル要素62、64が右手きき構造である場合、キラルツイストレーザ60はLの大きさに依存する種々のモードで働くであろう：

- 1) Lがあらかじめ決められた閾値X未満の場合、キラルツイストレーザ60はRCPLレーザを発する；
- 2) Lがあらかじめ決められた閾値Xと大体等しい場合、キラルツイストレー

ザー60は通常の偏光レージングを発する；そして

3) Lがあらかじめ決められた閾値Xより大きい場合、キラルツイストレーザー60はLCPLレージングを発する。

【0044】

閾値Xはキラル要素62、64の複屈折特性に依存する。例えば複屈折が0.06である場合、Xは約11~13ミクロンである。かくしてキラルツイストレーザー60は種々のLの値に関して以下の通りに機能するであろう：

1) Lが約10ミクロン未満の場合、キラルツイストレーザー60はRCPLレージングを発する；

2) Lが約10ミクロン~約12ミクロンの場合、キラルツイストレーザー60は通常の偏光レージングを発する；そして

3) Lが約12ミクロンより大きい場合、キラルツイストレーザー60はLCPLレージングを発する。

【0045】

長さLはツイスト欠陥を原因とする局在化状態の幅にも影響し、かくしてキラルツイストレーザー60のレージング閾値に直接影響する。Lが高い程、局在化状態の幅が狭く、かくしてレージング閾値が低い。しかしながらLの増加は、Lの飽和値Yにおいて飽和点に達するまでリターン(returns)を減少させる。上記の例に関し、キラル要素62、64の複屈折が0.06の場合、飽和値Yは約15ミクロンである。

【0046】

あらかじめ限定されたツイスト角Tを有するキラル要素62、64を加工することができ、その場合、キラルツイストレーザー60は、特定の限定されたレージング波長において機能する。別の場合、キラルツイストレーザー60はキラル要素62もしくは64の1つに連結された任意の同調装置68を含み、それに連結されたキラル要素を他方のキラル要素に関してねじり、かくしてツイスト角Tを変えることができる。同調装置68は、1つのキラル要素の他方のキラル要素に関する正確な回転に適応させられた機械的もしくは電子的に作動する装置であることができる。同調装置68にツイスト角Tを変えさせることにより、キラル

ツイストレーザー60を同調させ、レージング波長 $\lambda_L$ をシフトさせ、例えば種々の色の光を与えることができる。Tが減少すると、レージング波長 $\lambda_L$ は同様に相応して減少し、その逆も同じである。キラル要素62、64が左手きき構造の場合、発せられるレージングの方向が逆転することにも注意しなければならない。キラルツイストレーザー60は、X未満のLにおいてLCP光を発し、Xより高いLにおいてRCP光を発するであろう。

#### 【0047】

ここで図6を参照すると、キラルツイストレーザーの第2の実施態様80が示されている。キラルツイストレーザー80は、例えばコレステリック液晶(CLCs)であることができる2つのキラル要素82及び84を含み、それはその縦軸に沿って互いに関してねじれており、接触点87における各キラル要素82、84の接触面のディレクターが互いに関してツイスト角Tにある(図2A及び2Bを参照されたい)。好ましくはキラル要素82、84に発光性の電氣的もしくは光学的に励起可能な材料、例えば図5の発光材料66で用いられる材料をドーピングする。かくしてキラルツイストレーザー80は、分離されたゲインー生産発光材料66を有する代わりに、ゲインー生産材料が各キラル要素82、84全体に分布している点でキラルツイストレーザー60と異なる。キラルレーザー80は、他の点では、EM源88、長さL及び同調器86に関してキラルツイストレーザー60と類似して働く。

#### 【0048】

前記の図3～6の本発明の実施態様は、2つのキラル要素を有するキラル構造を示しているが、本発明に従うキラルツイスト構造において2つより多い連続するキラル要素を、設計の選択の問題として使用できることに注意しなければならない。

#### 【0049】

ここで図7を参照すると、EMフィルター又はEM検出器として用いることができるキラルツイスト構造100が示されている。キラルツイスト構造100は3つのキラル要素102、104及び106を含み、それぞれの要素は互いに関し、要素102及び104はそれらの接触面のディレクターA及びBの間のツイ

スト角 $T_1$ において、そして要素104及び104はそれらの接触面のディレクターC及びDの間のツイスト角 $T_2$ においてねじれている。キラルツイスト構造100は、2つの欠陥がフォトンストップバンド内に2つの局在化状態を誘導することを除いてキラルツイストフィルター30又はキラルツイスト検出器40と類似して働き、フィルター30又は検出器40はそれぞれキラル要素102と104の間及び要素104と106の間のツイストにおける各欠陥に対応するそれぞれの作用波長である2種の波長で同時に働くであろう。ツイスト角 $T_1$ 及び $T_2$ が同調装置108により同調可能である場合にこの配置は特に有利であり、それは2種の同調可能な波長領域で働くフィルター30又は検出器40を構築することが可能だからである。

#### 【0050】

ここで図8を参照すると、複数のキラル要素を有するキラルツイストレーザー200が示されている。キラルツイストレーザー200は3つのキラル要素202、204及び206を含み、各要素は図7のキラルツイスト構造100に類似してツイスト角 $T_1$ 及び $T_2$ において互いに関してねじれている。発光材料208及び210がそれぞれ要素202と204の間及び要素204と206の間に置かれている。発光材料208、210は図5の発光材料66と実質的に同じである。励起源212及び214は対応するそれぞれの発光材料208又は210を選択的に活性化して励起し、異なる波長でレージングを与えることができる。ツイスト角 $T_1$ 及び $T_2$ のそれぞれを変えることにより、同時に種々の波長でレージングを与えるようにキラルツイストレーザー200を形成することができるので、これは有利である。

#### 【0051】

かくして、本発明の好ましい実施態様に適用される場合の本発明の基本的な新規な特徴を示し、記載し、指摘してきたが、示されている装置及び方法の形態及び詳細において、ならびにその操作において、本発明の精神から逸脱することなく、当該技術分野における熟練者が種々の省略及び置き換え及び変更を成し得ることがわかるであろう。例えば実質的に同じ機能を実質的に同じ方法で果たし、同じ結果を達成する要素及び／又は方法段階のすべての組み合わせが本発明の範囲

内であることが明白に意図されている。従って本明細書に添付する特許請求の範囲により示される場合のみに制限されることが意図である。

【図面の簡単な説明】

【図1A】

キラル要素が1つの要素から別の要素に連続する配向を有している先行技術のキラル構造の2つの隣接要素の分子層配向を示す略図。

【図1B】

キラル要素が互いに関してねじれている本発明のキラル構造の2つの隣接要素の分子層配向を示す略図。

【図2A】

本発明の2つのねじれた要素を有するキラル構造のポスト形状の略図。

【図2B】

図2Aのキラル要素のディレクターの間のツイスト角を示す図。

【図3】

2つのキラル要素を用いている本発明の第1のキラルツイストフィルターの実施態様の略図。

【図4】

本発明のキラルツイスト検出器の実施態様の略図。

【図5】

本発明の第1のキラルツイストレーザーの実施態様の略図。

【図6】

本発明の第2のキラルツイストレーザーの実施態様の略図。

【図7】

2つより多いキラル要素を用いている本発明の第2のキラルツイストフィルターの実施態様の略図。

【図8】

2つより多いキラル要素を用いている本発明の第3のキラルツイストレーザーの実施態様の略図。

【図9】

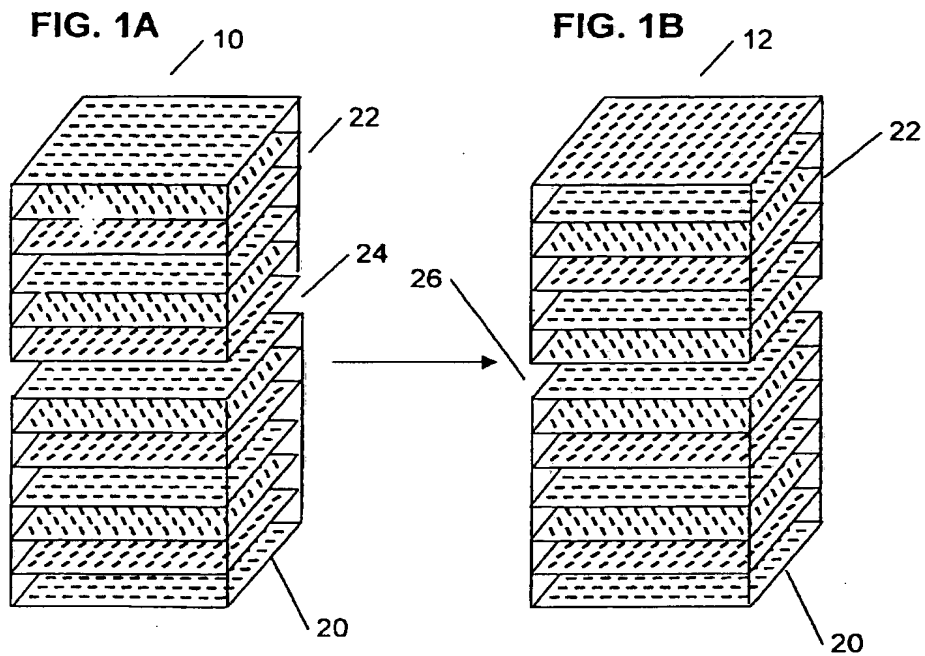


本発明に従う図2B～図6の実施態様の第1の特定の実験的实施と関連する、  
波長に対してプロットされた入射光透過率のグラフ図。

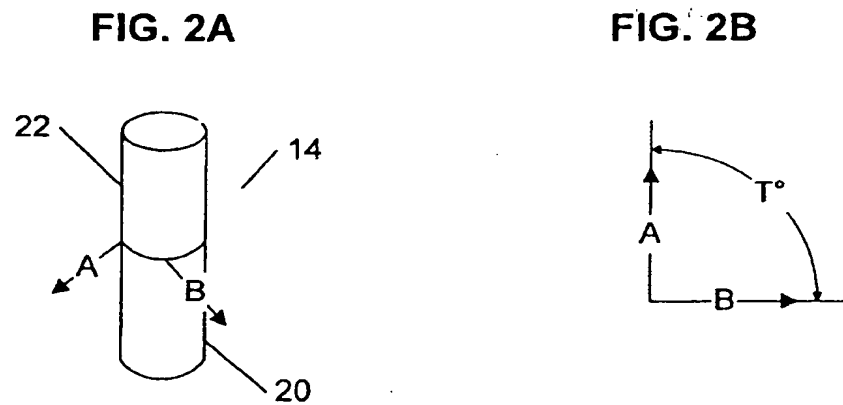
【図10】

本発明に従う図2B～図6の実施態様の第2の特定の実験的实施と関連する、  
波長に対してプロットされた入射光透過率のグラフ図。

【図1】

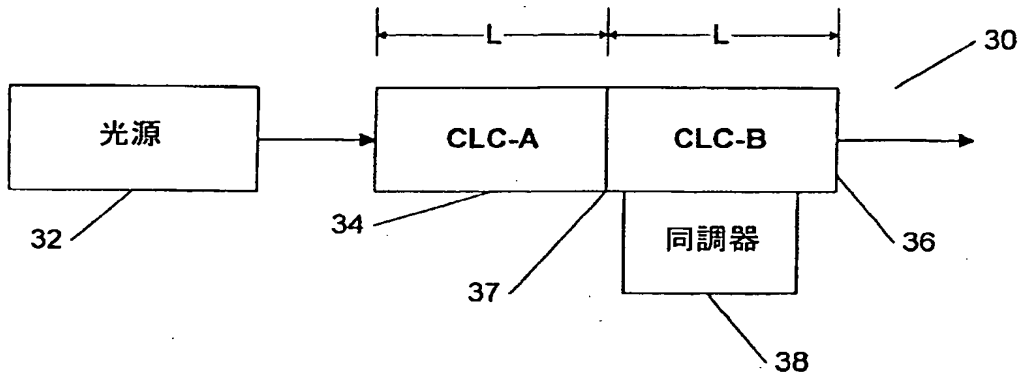


【図2】



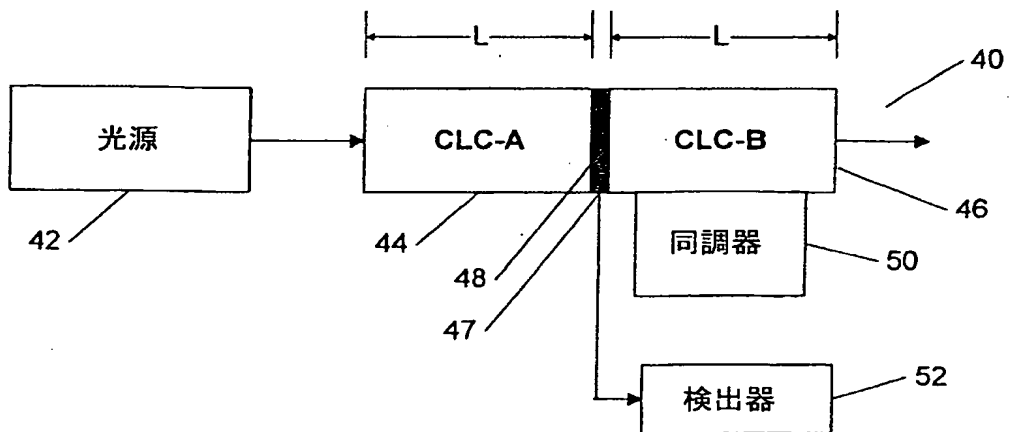
【図3】

FIG. 3



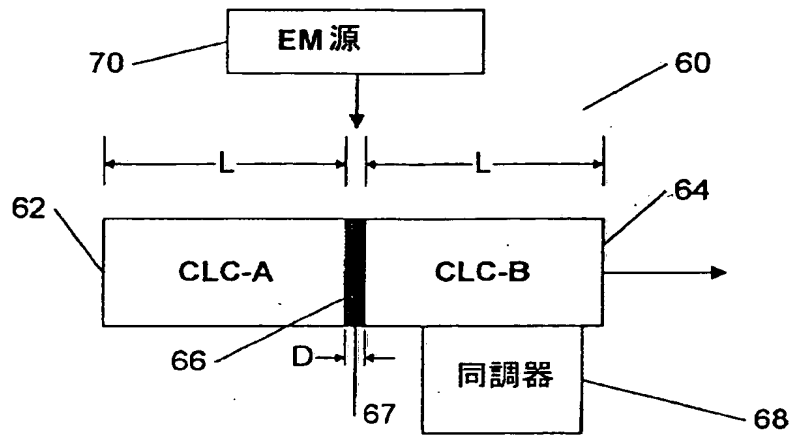
【図4】

FIG. 4



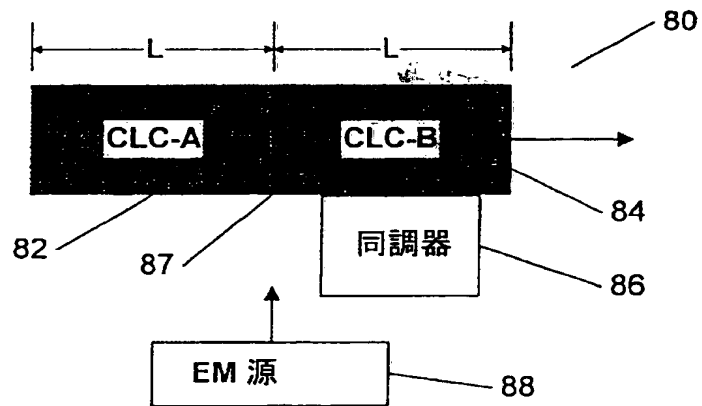
【図5】

FIG. 5

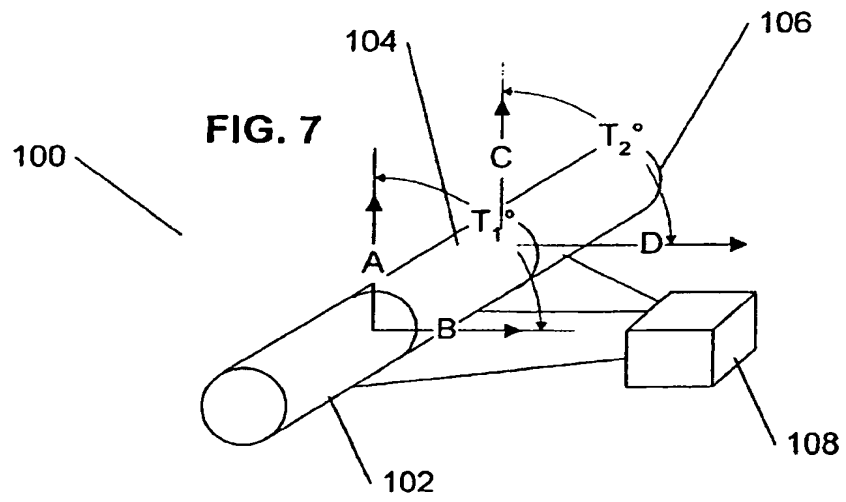


【図6】

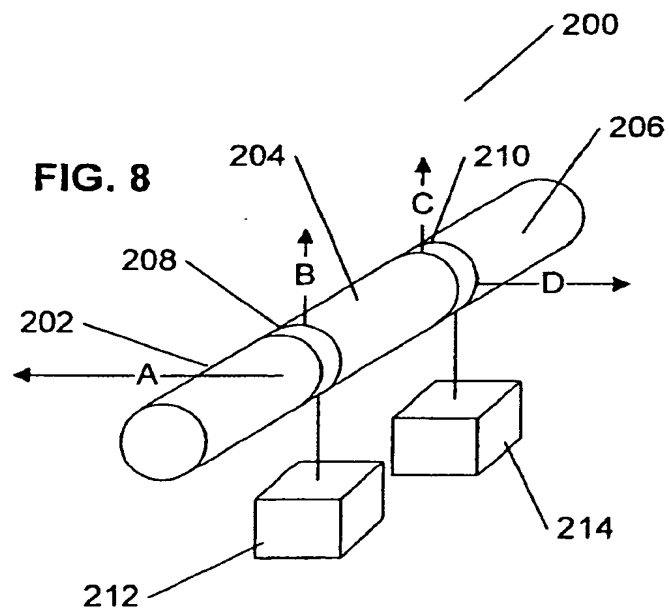
FIG. 6



【図7】

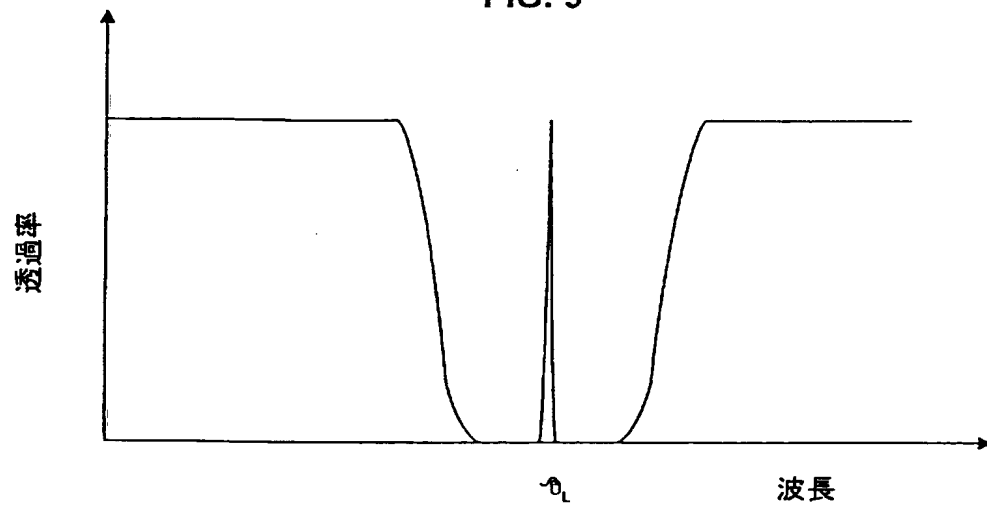


【図8】



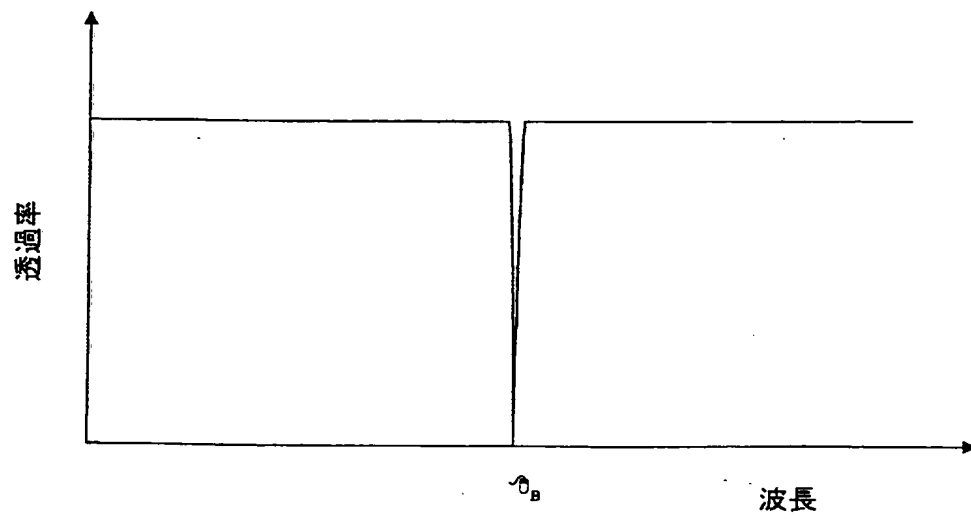
【図9】

FIG. 9



【図10】

FIG. 10



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US00/02984

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>IPC(7) : G01J 3/28; G02B 1/08, 5/20, 5/30; G02F 1/01; H01S 3/10, 3/14<br>US CL : 356/218; 359/485, 578; 372/7, 39<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC  |  |   |
|---|--|---|
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>U.S. : 356/218; 359/483, 485, 494, 579; 372/7, 39; 349/76, 180, 198, 199<br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>None<br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>USPTO APS EAST (hrs)<br>search terms: "photonic band gap", "photonic band edge", chiral, cholesteric   |  |   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>   |  |   |
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No.   |
| A   | US 3,679,290 A (ADAMS et al.) 25 July 1972 (25-07-1972), see especially Column 6, lines 20-48; Column 9, lines 35-49.  | 1-16, 32-57, 64-71  |
| A   | TOCCI, M.D., et al., Measurement of Spontaneous-Emission Enhancement Near the One-Dimensional Photonic Band Edge of Semiconductor Heterostructures. Physical Review A, April 1996, Vol 53, No. 4, pages 2799-2803.                       | 20-31, 58-63  |
| A   | IL'CHISHIN, I.P., et al, Detecting of the Structure Distortion of Cholesteric Liquid Crystal using the Generation Characteristics of the Distributed Feedback Laser Based on It. Molecular Liquid Crystals, 1995 Vol 265, pages 687-697. | 28-31, 63   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.  |  |   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier document published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation on other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"Z" document member of the same patent family |  |   |
| Date of the actual completion of the international search<br>01 MAY 2000  |  | Date of mailing of the international search report<br>16 MAY 2000 |
| Name and mailing address of the ISA/US<br>Commissioner of Patents and Trademarks<br>Box PCT<br>Washington, D.C. 20231<br>Facsimile No. (703) 305-3230   |  | Authorized officer<br>JOHN JUBA<br>Telephone No. (703) 308-4812   |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US00/02984

| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT |   |                       |
|---|---|-----------------------|
| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
| A   | IL'CHISHIN, LP., et al, Generation of a Tunable Radiation by Impurity Cholesteric Liquid Crystals, JETP Letters, 05 July 80, Vol 32, No.1, pages 24-27. | 1-63                  |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US00/02984

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Please See Extra Sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US00/02984

## BOX II. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION WAS LACKING

This ISA found multiple inventions as follows:

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. No additional fee is requested to complete this search.

Group I, claims 1-12, 32-35, 40-50, and 64-67, drawn to a chiral structure comprising at least two chiral elements and having no layers intervening the contact layers.

Group II, claims 13-27, 36-39, 51-52, and 68-71, drawn to a active chiral structure comprising two chiral elements and an intervening layer.

Group III, claims 28-31 and 63, drawn to an active chiral structure comprising two actively-doped chiral elements.

The inventions listed as Groups I, II, and III do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

The structure of Group I relies upon interaction of multiple chiral elements when a molecular layer of one element are in direct contact with a molecular layer of the other element, and therefore has a first mode of operation.

The structure of Group II relies upon interaction of a layer disposed between oriented molecular layers of two chiral elements, and thus has a second mode of operation.

The structure of Group III relies upon optical activity of a dopant within or among molecular layers of two chiral elements with adjoining contact layers, and thus operates in a third mode.

The first mode is passive and thus has a different effect than either the second or third mode. The second mode is capable of an effect not disclosed as achievable in the third mode of operation.

This application contains claims directed to more than one species of the generic invention. These species are deemed to lack Unity of Invention because they are not so linked as to form a single inventive concept under PCT Rule 13.1. For the purposes of this search report, no additional fees will be required for inclusion of all species. The species are as follows:

In the invention of Group II, two distinct species are present as relate to the nature of the intervening layer. The claims are deemed to correspond to the species listed above in the following manner:

Species 1, claims 13-19 and 51-57 where the intervening layer is a sensor layer.

Species 2, claims 20-27 and 59-62 where the intervening layer is a light emitting layer.

At this juncture, claims 36-39 and 68-71 reciting the intervening layer as a "defect" layer appear to be generic.

The species listed above do not relate to a single inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, the species lack the same or corresponding special technical features for the following reasons: They have different modes of operation and different effects and are not disclosed as useable together.

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, DM, EE, GE, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LT, LV, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, UZ, VN, ZA

(72)発明者 ジエナク, アズリール・ゼリグ  
アメリカ合衆国ニューヨーク州10025ニューヨーク・ナンバー5イー・ウエストナインティフオースストリート66

Fターム(参考) 2H049 BA03 BA42 BB03 BB42 BC25  
2H088 EA31 EA51 JA15 JA28 MA20  
5F072 FF08 KK01 KK30  
5F088 JA13